

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-169043

(P2002-169043A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002. 6. 14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム [*] (参考)	
G 0 2 B	6/122	G 0 2 B	6/30	2 H 0 3 7
	6/12		6/42	2 H 0 4 7
	6/30	H 0 1 L	33/00	M 5 F 0 4 1
	6/42	H 0 1 S	5/022	5 F 0 7 3
H 0 1 L	31/0232	G 0 2 B	6/12	B 5 F 0 8 8
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く				

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-367314(P2000-367314)

(22) 出願日 平成12年12月1日 (2000. 12. 1)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小黒 守

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 100058328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

Fターム(参考) 2H037 A401 B402 B411 B424 C436

2H047 K404 K413 K415 L412 L418

M405 M407 T433 T434

5F041 A404 A443 D401 D401

5F073 B425 B401 F402 F430

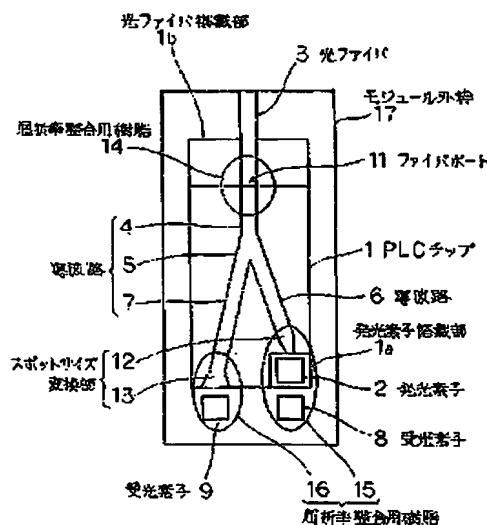
5F088 B401 B410 B401 J401 J414

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 光伝導素子と導波路との高効率な結合を簡単に実現することができる光伝導モジュールを提供することにある。

【解決手段】 導波路6の発光素子2と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が発光素子2側ほど小さくなるように構成されたスポットサイズ変換部12が設けられ、導波路7の受光素子9と結合される端部には、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が受光素子9側ほど大きくなるように構成されたスポットサイズ変換部13が設けられている。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光能動素子と光導波路とが結合されてなる光モジュールにおいて、

前記光導波路の前記光能動素子と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が一様に増加または減少するように構成されたスポットサイズ変換部が設けられていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 前記光能動素子は発光素子であり、

前記スポットサイズ変換部は、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記発光素子側ほど小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】 前記光能動素子は受光素子であり、前記スポットサイズ変換部は、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 4】 前記光導波路と前記光能動素子との結合部分に、前記光導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 5】 前記光導波路は、一本の単一モード導波路が第 1 および第 2 の分岐導波路に分岐された Y 分岐型光導波路であり、

前記光能動素子は、

前記第 1 の分岐導波路と結合される発光素子と、

前記第 2 の分岐導波路と結合される受光素子とを有し、

前記スポットサイズ変換部は、

前記第 1 の分岐導波路の前記発光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記発光素子側ほど小さくなるように構成された第 1 のスポットサイズ変換部と、

前記第 2 の分岐導波路の前記受光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成された第 2 のスポットサイズ変換部とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 6】 前記単一モード導波路と光ファイバとの結合部分に、前記単一モード導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 5 に記載の光モジュール。

【請求項 7】 前記光導波路は、一本の単一モード導波路が第 1 および第 2 の分岐導波路に分岐された Y 分岐型光導波路であり、

前記光能動素子は、

前記第 1 の分岐導波路と結合される発光素子と、

前記単一モード導波路と結合される受光素子とを有し、

前記スポットサイズ変換部は、

前記第 1 の分岐導波路の前記発光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が

(2)

特開 2002-169043

2

前記発光素子側ほど小さくなるように構成された第 1 のスポットサイズ変換部と、

前記単一モード導波路の前記受光素子と結合される端部に設けられ、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が前記受光素子側ほど大きくなるように構成された第 2 のスポットサイズ変換部とを有し、

前記単一モード導波路と前記第 1 の分岐導波路との間に設けられ、前記発光素子から発せられる第 1 の波長の光を前記第 2 の分岐導波路の方向へ反射し、前記第 2 の分岐導波路を導波する前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を透過する波長選択手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 8】 前記第 2 の分岐導波路と光ファイバとの結合部分に、前記第 2 の分岐導波路と同程度の屈折率を持つ屈折率整合用樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 7 に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システムに用いられる光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光通信システムにおいて、PLC (Planar Lightwave Circuit) を用いた、レーザダイオード (LD)、フォトダイオード (PD)、電気素子を集積した光モジュールの開発が進んでいる。例えば、1997 年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会 C-3-6 や特開平 9-191152 号公報には、導波路基板上に発光素子 (LD など)、受光素子 (FD など) を実装した光モジュールが提案されている。

【0003】図 10 は、上記文献に開示されている光モジュールの概略構成を示す斜視図である。この光モジュールは、導波路 104~107 が形成された導波路基板 101 上に発光素子 102、受光素子 108、109 が実装されたものである。導波路 104~107 は、全体で対称 Y 分岐構造の導波路を構成する。すなわち、この対称 Y 分岐導波路は、1 本の単一モード導波路部 (導波路 104)、導波路がおおよそ 2 倍に広がるテーパー部 (導波路 105)、同一寸法の 2 本の単一モード導波路からなる分岐導波路部 (導波路 106、107) からなる。導波路 104 の端面は、外部へ送信光を導くまたは外部からの受信光が導かれる光ファイバの端面に光学的に結合される。導波路 106 の端面は、発光素子 102 の一方の発光面に光学的に結合され、導波路 107 の端面は、受光素子 109 の受光面に光学的に結合されている。受光素子 108 は送信モニタ用の受光素子であって、その受光面が発光素子 102 の他方の発光面 (裏面) に面するように設けられている。

【0004】この光モジュールでは、発光素子 102 の一方の発光面から出射した光は導波路 106、107、

(3)

特開2002-169043

3

4

104を順次伝搬して出力され、該出力光が光ファイバを介して外部へ伝搬される。一方、光ファイバからの入力光は、導波路104、105、107を順次伝搬して受光素子109の受光面に入射し電気信号に変換される。発光素子102の裏面から出射した光は、送信モニタ用の受光素子108で受光され、送信モニタとして用いられる。

【0005】上記のような光モジュールを光ファイバを介して相互に接続することで、双方向通信が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】光モジュールにおいて、高光出力、高受光感度、低コスト化は不可欠であり、これを達成するための重要な課題の1つに、発光素子や受光素子などの光能動素子と導波路との間および光ファイバと導波路との間の高効率な結合が挙げられる。

【0007】一般に、光ファイバや光導波路は入射光線の導波される受光角が定まっており、その受光角を超えて入射した光線は導波されず、光損失となる。例えば、光ファイバであれば、受光角は単一モード系で～5度、多モード系で～12度である。このため、例えば、発光素子と光導波路との間において高効率な結合を行うには、発光素子からの送信光を定められた受光角内で導波路に効率良く入射させて光結合損失を低く抑える必要がある。しかしながら、上述した従来の光モジュールでは、そのような構成を有していないため、この点においてまだまだ改善の余地が残されていた。

$$n = 4 / (W1 / W2 + W2 / W1) \quad *$$

で表わせる。上記式(1)から、2つの光導波路間の結合損失を低減するには、両光導波路を導波する光のスポットサイズを一致させればよいことが分かる(河野健治著「光デバイスのための光結合系の基礎と応用」(現代工学社)参照)。

【0013】光導波路の受光角はスポットサイズに反比例する。すなわち、スポットサイズを小さくすると受光角(また出射される光の広がり角)が大きくなり、反対にスポットサイズを大きくすると受光角(また出射される光の広がり角)が小さくなる。本発明では、これを利用して光能動素子と導波路との間の高効率な結合が達成される。

【0014】導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が発光素子側ほど小さくなるように構成されているスポットサイズ変換部では、光導波路のスポットサイズが絞られることとなるので、例えばLDの大きな広がり角を光導波路の小さな受光角に変換することができる。

【0015】導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が受光素子側ほど大きくなるように構成されているスポットサイズ変換部では、光導波路のスポットサイズが拡大されることとなるので、光導波路から出射される光の広がり角が小さくなり、結果、受光素子への入射効率が高

*【0008】なお、レンズや先端球ファイバ(光ファイバの先端部が球状に加工されたもの)などの微小光学系を用いて、LDの大きな広がり角を光導波路の小さな受光角に変換することで、LDと導波路の結合効率を高めるようにしたものが提案されているが、この場合は、レンズなどの部品が増えるとともに、組み立て時の工程数が増えることになるため低コスト化の面で問題となる。

【0009】本発明の目的は、上記課題を解決し、光能動素子と導波路との高効率な結合を簡単に実現することができる光モジュールを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の光モジュールは、光能動素子と光導波路とが結合されてなる光モジュールにおいて、前記光導波路の前記光能動素子と結合される端部に、導波路の幅もしくは厚さまたはその両方が一様に増加または減少するように構成されたスポットサイズ変換部が設けられていることを特徴とする。

【0011】以下、本発明の作用について述べる。

【0012】一般に、光導波路の場合、コアとクラッドの屈折率差が大きいため、光導波路を導波する光のスポットサイズはサブミクロンオーダーと極めて小さい。ここで、スポットサイズとは、光の界分布をガウシアン分布で近似した場合に、そのパワー分布がピーク値の $1/e$ になる幅(半値幅)をいう。スポットサイズが $W1$ と $W2$ の2つのガウシアンビームが結合する場合の結合効率 η は、

$$(1)$$

くなる。

【0016】上述のスポットサイズ変換部は、導波路構造であるため、光導波路と一緒に作り込むことが可能であり、作製工程数の増加を招くことはない。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明の光モジュールの実施形態について図面を参照して説明する。

【0018】(実施形態1)図1は、本発明の第1の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。この光送受信モジュールは、導波路4～7、発光素子搭載部1aおよび光ファイバ搭載部1bが形成されたPLCチップ1と、PLCチップ1の発光素子搭載部1aに搭載されたLDなどの発光素子2と、PLCチップ1の光ファイバ搭載部1bに搭載された、モジュール外へ送信光を導くまたは外部からの受信光をモジュール内へ導く光ファイバ3と、PDなどの受光素子8、9とが基板上に設けられてモジュール外枠17内に収められた構造になっている。

【0019】導波路4～7は、全体で対称Y分岐構造の導波路を構成する。すなわち、この対称Y分岐導波路は、1本の単一モード導波路部(導波路4)、導波路がおおよそ2倍に広がるテーパー部(導波路5)、同一寸法

(4)

特開2002-169043

5

の2本の単一モード導波路からなる分岐導波路部(導波路6、7)からなる。導波路4の端面のファイバポート11と光ファイバ3の端面とは光学的に結合されており、ファイバポート11と光ファイバ3のそれぞれのスポットサイズはほぼ同じになっている。

【0020】導波路6の端面にはスポットサイズ変換部12が設けられている。図2は、スポットサイズ変換部12の拡大斜視図である。図2に示す例では、導波路6は光導波路コア51がクラッド層50で囲まれた構造を有し、光導波路コア51の端面がスポットサイズ変換部12となっている。このスポットサイズ変換部12は、コアの厚さおよび幅がコア端面側ほど小さくなるように徐々に縮小された構造になっている。このスポットサイズ変換部12の端面は、発光素子7の発光面に面しており、発光素子7の発光面から出射した光が、所定のスポットサイズでスポットサイズ変換部12の端面に入射する。

【0021】上記のスポットサイズ変換部12は、導波路6を導波する光のスポットサイズを絞るもので、これにより、導波路6を導波する光のスポットサイズを発光素子2のスポットサイズ(発せられたビームのスポットサイズ)に近づけることができる。導波路6を導波する光のスポットサイズと発光素子2のスポットサイズとを一致させることで、結合効率を高めることができる。

【0022】導波路7の端面には、スポットサイズ変換部13が設けられている。図3はスポットサイズ変換部13の拡大斜視図である。図3に示す例では、導波路7は光導波路コア61がクラッド層60で囲まれた構造を有し、光導波路コア61の端面がスポットサイズ変換部13となっている。このスポットサイズ変換部13は、コアの厚さおよび幅がコア端面側ほど大きくなるように徐々に拡大された構造になっている。このスポットサイズ変換部13の端面は受光素子9の受光面に面しており、その端面から出射した光が、所定のスポットサイズで受光素子9の受光面に入射する。

【0023】上記のスポットサイズ変換部13は、導波路7を導波する光のスポットサイズを拡大するもので、これにより、導波路7から出射される光の広がり角を小さくすることができ、導波路7から出射される光を受光素子9の受光面に効率良く入射させることが可能となる。

【0024】発光素子7としては、半導体レーザーであるファブリペローレーザー(FP-LD)や分布偏置型レーザー(DBF-LD)などを用いることができる。受光素子8は送信モニタ用のPDなどの受光素子であって、その受光面が発光素子2の他方の発光面(裏面)に面するように設けられている。

【0025】導波路4のファイバポート11と光ファイバ3との結合部分には、結合効率を高めるとともに、端面での反射を低減するために、屈折率整合用樹脂14が

6

充填されている。同様に、導波路6の発光素子2側のポート部分(スポットサイズ変換部12を含む)と発光素子2との結合部分、および発光素子2と受光素子8との結合部分には屈折率整合用樹脂15が充填され、導波路7の受光素子9側のポート部分(スポットサイズ変換部13を含む)と受光素子9との結合部分には屈折率整合用樹脂16が充填されている。屈折率整合用樹脂14～16はいずれも、導波路と同程度の屈折率を持つ。

【0026】スポットサイズ変換部12、13以外の部分の光導波路コアサイズは、光ファイバ3との間で最適な光結合が得られるようなサイズ(光導波路のファイバポート側のスポットサイズ=光ファイバのスポットサイズ)になっている。光ファイバ3としては、シングルモードファイバ(SMF)、マルチモードファイバ(MMF)のいずれを用いてもよい。

【0027】次に、本形態の光送受信モジュールの動作について具体的に説明する。

【0028】まず、送信動作(発光素子-光導波路結合)について説明する。発光素子(LD)2の前面から出射された送信光は、屈折率整合樹脂15を介して、LDポート部のスポットサイズ変換部12の端面に入射する。本形態では、スポットサイズ変換部12を設けたことによって、導波路6を導波する光のスポットサイズと発光素子2のスポットサイズとがほぼ同じ大きさになっており、発光素子2から発せられた送信光は、効率良く導波路6内へ入射する。また、本形態では、光導波路6のスポットサイズと光ファイバ3のスポットサイズとが同じサイズであることから、送信光のスポットサイズは、スポットサイズ変換部12を通過することで、発光素子2と光導波路6とが高効率な結合をするスポットサイズから光ファイバ3のスポットサイズに拡大される。導波路6内に入射した送信光は、導波路5、4を順次伝播し、ファイバポート11から光ファイバ3に効率良く入射する。この入射した送信光は、モジュール外の伝送路へ光ファイバ3によって導かれる。

【0029】他方、発光素子2の裏面から出射されたモニタ光は、受光素子8で受光され、電気信号に変換される。この受光素子8の出力信号にもとづいて、送信状態を監視することができる。

【0030】続いて、受信動作(受光素子-光導波路結合)について説明する。外部の伝送路から光ファイバ3を介して入射した受信光は、ファイバポート11から導波路4に効率良く入射し、導波路5、7を順次伝播してPDポート側のスポットサイズ変換部13に進む。本形態では、スポットサイズ変換部13によって導波路7を導波する光のスポットサイズが大きくなっているため、導波路7からスポットサイズ変換部13を介して出射される受信光は、小さな広がり角で効率良く受光素子(PD)9の受光面に入射し、電気信号に変換される。

【0031】次に、本実施形態の光送受信モジュールの

(5)

特開2002-169043

7

各結合部の具体的な効果について説明する。

【0032】(1) 発光素子(LD)と光導波路の結合部：図4に、LDポート光導波路端のスポットサイズに対するLD-光導波路結合損失の関係を示す。図4中、実線(①)は光結合部に屈折率整合樹脂が充填されている場合、破線(②)は屈折率整合樹脂15が充填されていない場合をそれぞれ示す。この図4に示す例では、LDポート光導波路端のスポットサイズを、ファイバポートのスポットサイズである w_f からその2/5倍程度のスポットサイズ w_{1d} に絞る(LDのスポットサイズに近づける)ことで、光結合損失は、屈折率整合樹脂が無い場合で4dB程度改善され、屈折率整合樹脂がある場合では、さらに1dB改善されている。このように、本形態の光送受信モジュールによれば、スポットサイズ変換部12により光結合損失の低減を図ることができるとともに、屈折率整合樹脂15によっても光結合損失の低減を図ることができる。

【0033】(2) 受光素子(PD)と光導波路との結合部：

(2-a) 実装トレランスの拡大：図5に、光導波路コアとPD受光面のずれ量 ΔX に対するPD-光導波路結合損失の関係を示す。図5中、実線(①)は光導波路コアのスポットサイズが w_f で、屈折率整合樹脂が充填されていない場合、一点鎖線(②)は光導波路コアのスポットサイズが w_{pd} で、屈折率整合樹脂が充填されていない場合、破線(③)は光導波路コアのスポットサイズが w_{pd} で、屈折率整合樹脂が充填されている場合をそれぞれ示す。ここで、ずれ量 ΔX は、具体的には、図6に示すような、PD41の受光面41aの中心と導波路40のコアの中心とのずれである。また、スポットサイズ w_f はファイバポートのスポットサイズで、スポットサイズ w_{pd} はスポットサイズ w_f の2倍程度のサイズである。

【0034】図5に示す例では、PDポート光導波路端のスポットサイズを w_f から w_{pd} に拡大することで、屈折率整合樹脂が無い場合は、光結合損失0.3dBで、実装トレランス(許容度)を12 μm 拡大することができ、屈折率整合樹脂16が有る場合には、さらに実装トレランスを3 μm 拡大することができる。このように、本形態の光送受信モジュールによれば、スポットサイズ変換部13によって受光素子9と導波路7との間の光結合損失を低く抑えたとともに実装トレランスの拡大を図ることができ、さらに屈折率整合樹脂16によって実装トレランスをさらに拡大することができる。

【0035】(2-b) 受光素子(PD)の受光径の小型化：図7に、PDポート光導波路端のスポットサイズに対するPD-光導波路結合損失の関係を示す。図7中、破線(①)はPD受光径 ϕ の場合、実線(②)はPD受光径 $\phi/2$ の場合をそれぞれ示す。PD受光径 ϕ はPDの受光可能な光の最大径を意味しており、ここで

8

は、この受光径でPD受光面の大きさを表わしている。また、スポットサイズ w_f はファイバポートのスポットサイズで、スポットサイズ w_{pd} はスポットサイズ w_f の2倍程度のサイズである。

【0036】図7から分かるように、スポットサイズが w_f の場合、PD受光径 ϕ でのPD-光導波路結合損失はほぼ0dBであるが、PD受光径を ϕ から $\phi/2$ に縮小すると、PD-光導波路結合損失は1dB以上となって、結合効率が低下する。一方、スポットサイズが w_{pd} の場合は、PD受光径が ϕ から $\phi/2$ に縮小されてもそのPD-光導波路結合損失はほぼ0dBである。このことから、スポットサイズを w_f から w_{pd} に拡大することで、PD受光径を ϕ から $\phi/2$ にすることができ、受光面を小さくすることができる。

【0037】上記のことから、本形態の光送受信モジュールでは、スポットサイズ変換部13によるスポットサイズの拡大により、受光素子9の小型化、低コスト化を図ることができる。

【0038】(2-c) 受光素子(PD)の高速応答化：上記(2-b)で述べたとおり、PDポート端スポットサイズ拡大により、受光素子9のPD受光径を小さくすることができ、これにより、PD端子間の容量を低減することが可能となる。PD端子間の容量が小さくなると、受光素子9の高速応答化が可能となる。

【0039】(3) 光ファイバ-光導波路結合：図8に、ファイバポート光導波路端のスポットサイズに対する光ファイバ-光導波路結合損失の関係を示す。この図8に示す例では、光導波路を導波する光のスポットサイズが、光ファイバのスポットサイズである w_f のときに光ファイバ-光導波路結合損失が0dBとなる。スポットサイズが w_f 以外のところでは、結合損失は増加する。特に、スポットサイズを w_f より小さくした場合は、結合損失は急激に増加する。本形態では、導波路4のファイバポート側のスポットサイズは光ファイバのスポットサイズと一致するように構成されているので、これにより、光ファイバ3と導波路4の間の高効率な結合が達成される。

【0040】(実施形態2) 図9は、本発明の第2の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。この光送受信モジュールは、前述の第1の実施形態のものと光能動素子、光導波路の配置を替え、WDM(波長分割多重：Wavelength Division Multiplex)フィルタ31を設けて波長分割多重構造にしたものである。前述の第1の実施形態で説明したスポットサイズ変換部ともなる効果は本形態のものにおいても同様に得られるが、ここでは、説明を簡略化するために、便宜上、その説明は省略し、第1の実施形態とは異なる部分についてのみ説明する。

【0041】モジュール外枠37内には、導波路24～27、発光素子搭載部21aおよび光ファイバ搭載部2

(6)

特開2002-169043

9

10

1bが形成されたPLCチップ21と、PLCチップ21の発光素子搭載部21aに搭載されたLDなどの発光素子22と、PLCチップ21の光ファイバ搭載部21bに搭載された、モジュール外へ送信光を導くまたは外部からの受信光をモジュール内へ導く光ファイバ23と、PDなどの受光素子28、29とが基板上に設けられてモジュール外枠37内に収納されている。導波路24のファイバポートと光ファイバ23との結合部分には屈折率整合用樹脂34が充填され、導波路26の発光素子22側の端部のスポットサイズ変換部32と発光素子22との結合部分、および発光素子22と受光素子28との結合部分には屈折率整合用樹脂35が充填され、導波路27の受光素子29側の端部のスポットサイズ変換部33と受光素子29との結合部分には屈折率整合用樹脂36が充填されている。これら各構成部は、配置が異なるだけで、基本的には前述の第1の実施形態のものと同様のもの構成のものである。

【0042】導波路24と導波路25との間にはWDMフィルタ31が設けられている。このWDMフィルタ31は、波長選択性フィルタであって、所定の波長域の光のみを透過し、それ以外の波長域の光は反射するような特性を持つ。本形態では、発光素子22から発せられる光（送信光）の波長をWDMフィルタ31で反射されるような波長とし、光ファイバ23を介して受信される光（受信光）の波長をWDMフィルタ31を透過するような波長として、以下のような通信動作が行われる。

【0043】発光素子22から発せられた送信光は、スポットサイズ変換32から入射して、導波路26、25を順次伝播してWDMフィルタ31に到達する。WDMフィルタ31に到達した送信光は、WDMフィルタ31で反射され、導波路27を伝播して光ファイバ23に入射する。この入射した送信光は、モジュール外の伝送路へ光ファイバ3によって導かれる。

【0044】一方、光ファイバ3を介して受信された受信光は、導波路27の端面から入射し、導波路27内を伝播してWDMフィルタ31に到達する。WDMフィルタ31に到達した受信光は、WDMフィルタ31を透過し、導波路24を伝播し、スポットサイズ変換33を介して受光素子29の受光面に入射する。

【0045】以上説明した各実施形態では、光結合部に屈折率整合樹脂が充填されているが、この屈折率整合樹脂はなくてもよい。

【0046】また、スポットサイズ変換部は、図2および図3に示したように、コアの幅および厚さを変化させた構造になっているが、本発明は、これに限定されるものではなく、スポットサイズを変換できる構造であればどのような構造のものであってもよい。例えば、導波路のコアの幅あるいは厚さだけを変えたものであってもよい。また、このようなスポットサイズ変換部は、導波路構造であるため、光導波路と一緒に作り込むことが可能

である。

【0047】さらに、光導波路のLDポート、PDポートだけスポットサイズ変換部を設けているが、ファイバポートにも同様なスポットサイズ変換部を設けてもよい。この場合は、光導波路と光ファイバとのスポットサイズが異なっているてもよいこととなり、設計上の自由度が向上する。

【0048】また、上述の第1および第2の実施形態のものは、光送受信モジュールであったが、送信部分と受信部分とを別々にすることで、光送信モジュール、光受信モジュールを構成することができる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光導波路の端部に導波路構造のスポットサイズ変換部を設けるといった簡単な手法で、発光素子（LD）や受光素子（PD）などの光能動素子と光導波路との間および光ファイバと導波路との間の高効率な結合を達成することができる、という効果を有する。

【0050】さらには、このスポットサイズ変換部は、導波路構造であり、光導波路と一緒に作り込むことができるので、従来の微小光学系を用いるものと比べて、作製工程数が少なく、低コストである、という効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。

【図2】図1に示す、発光素子側のスポットサイズ変換部の拡大斜視図である。

【図3】図1に示す、受光素子側のスポットサイズ変換部の拡大斜視図である。

【図4】LDポート光導波路端のスポットサイズに対するLD-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図5】光導波路コアとPD受光面のずれ量ΔXに対するPD-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図6】受光面の中心と導波路のコアの中心とのずれを示す模式図である。

【図7】PDポート光導波路端のスポットサイズに対するPD-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図8】ファイバポート光導波路端のスポットサイズに対する光ファイバ-光導波路結合損失の関係を示す特性図である。

【図9】本発明の第2の実施形態である光送受信モジュールの概略構成を示す平面図である。

【図10】従来の光モジュールの概略構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

1. 21 PLCチップ

1a. 21a 発光素子搭載部

1b. 21b 光ファイバ搭載部

2. 22 発光素子

BEST AVAILABLE COPY

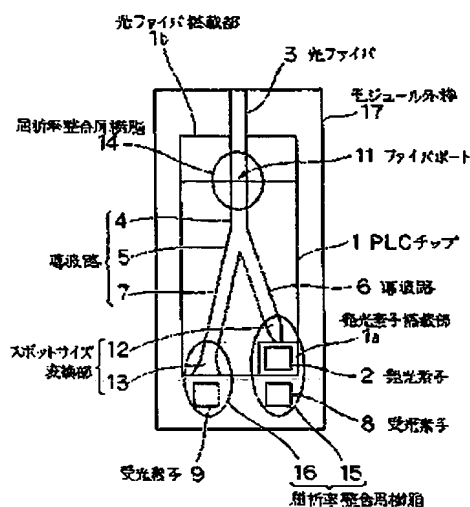
(7)

特開2002-169043

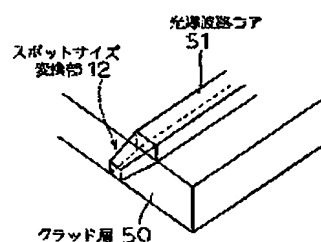
11
3. 23 光ファイバ
4~7, 40. 24~27 導波路
8. 9, 28. 29 受光素子
11 ファイバポート
12. 13, 32, 33 スポットサイズ変換部
14~16, 34~36 屈折率整合用樹脂

12
* 17. 37 モジュール外枠
31 WDMフィルタ
41 PD
41a 受光面
50, 60 クラッド層
* 51, 61 光導波路コア

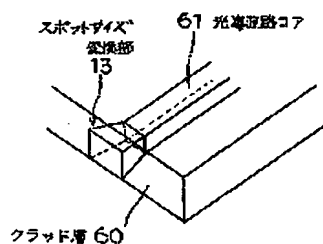
【図1】



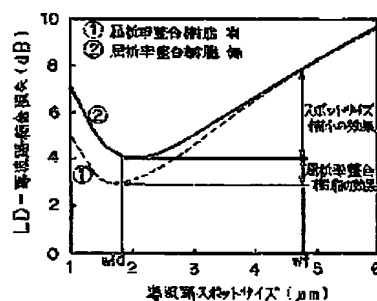
【図2】



【図3】



【図4】

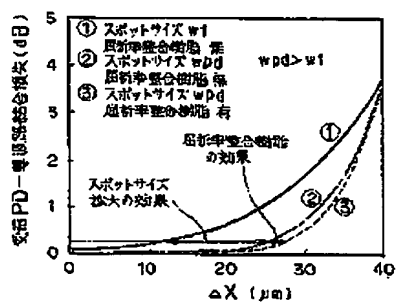


BEST AVAILABLE COPY

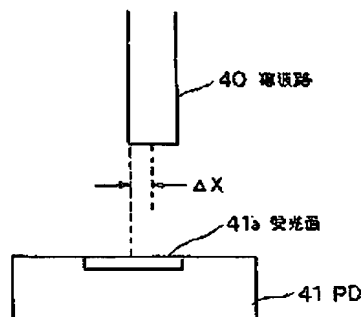
(8)

特開2002-169043

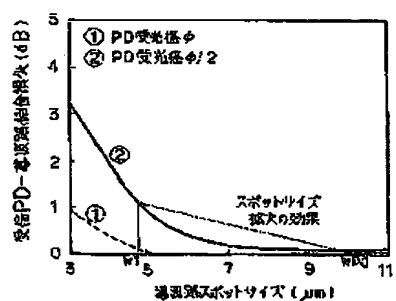
【図5】



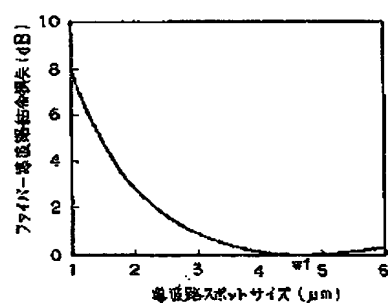
【図6】



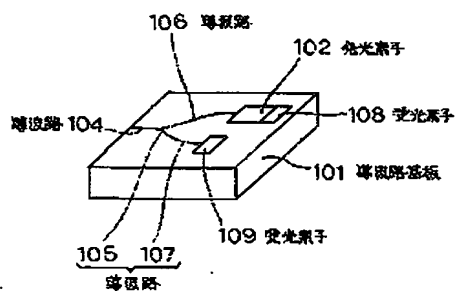
【図7】



【図8】



【図10】

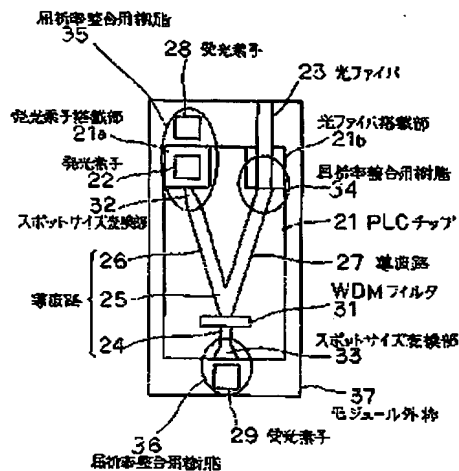


BEST AVAILABLE COPY

(9)

特開2002-169043

【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

特コード (参考)

H 0 1 L 33/00

G 0 2 B 6/12

F

H 0 1 S 5/022

H 0 1 L 31/02

C